

Некоторые проблемы языка и языковой коммуникации

Часть I.

Интенсивное развитие прикладной лингвистики стимулирует те научные исследования, целью которых является моделирование естественного языка и построение его адекватной модели, функционирование которой отражало бы естественный процесс языковой коммуникации. Это, конечно, довольно сложная проблема и как легко убедиться не может быть решена только усилиями одних лингвистов. Научные исследования должны базироваться на результатах разных дисциплин, как например: теоретической кибернетики, теории информации, нейрокибернетики, психологии, лингвистики, логики, математики.* Точное познание языкового механизма окажет несомненно большое влияние на проблемы, связанные с построением и использованием технических устройств, способных выполнять некоторые функции языковой коммуникации,** а также на вопрос управления системой языковой коммуникации. Именно, этими двумя главными проблемами занимается в основном прикладное языкознание.

Если речь идёт о строении и практическом использовании таких технических устройств, которые были бы способны выполнять некоторые функции языковой коммуникации, тогда мы должны иметь в виду следующие проблемы:

- о. коммуникация в системе „человек-человек”
1. коммуникация в системе «машина — машина»,
2. коммуникация в системе «машина — человек»,

* Сравни следующее высказывание *Ш. Кароля* «... согласно общественному требованию лингвист сам должен подвести итоги языковых исследований в тех вопросах, которые относятся к другим отраслям науки... Вопрос можно поставить и таким образом: может быть, что правильное понимание лингвистики сводится к пониманию её как теории связи с одной стороны, и теории мышления с другой. В настоящее время дело обстоит таким образом, что точное место в науке таких областей языкознания как фонетика, лексикология, синтаксис, семантика, и т. д. до сих пор ещё не выяснено... Очевидно, что в том случае, если языкознание окажется наукой связи и мышления, её разделение будет определяться разной степенью участия этих частей в функции связи и мышления». (*Károly Sándor, A debreceni nemzetközi nyelvkongresszus és tanulmányai.*) (*Ш. Карош*, Международный лингвистический конгресс в Дебрецене и его значение). *Tudalmi és nyelvi közlemények. Tudományos Ismeretterjesztő Társulat. Országos Titkársága. Budapest, 1967, 1. szám,*

** Биологические системы, в том числе и человек, на протяжении многих лет эволюции выработали очень экономные механизмы коммуникации. Поэтому, техника всё чаще обращается в сторону биологических систем и пытается принимать во внимание те решения, которые подсказывает нам натура. Мозг человека является хорошим примером кибернетической системы, которая способна экономным путём хранить нужные информации, перерабатывать их и выдавать, например, с помощью речи. В настоящее время человек не умеет ещё передавать информацию непосредственно от одного мозга к другому, минуя высказанное или написанное слово. Стоит добавить ещё, что генетический код является наилучшим примером наиболее экономного хранения информации.

3. обработка научно-технической информации (разработка информационно-поисковых систем),

4. машинный перевод,

5. устройства распознающие акустические и визуальные сигналы, и т. д.***1

6. оптимизация ввода текстов в машину,

7. нормализация специальных подязыков для машин, и т. д.

Добавими при этом, что распознавание и запоминание акустического и оптического сигналов очень тесно связано с процессом языковой коммуникации и с процессом обучения.^{2,3}

Вопрос об управлении системой языковой коммуникации связан прежде всего с:

1. обучением родному языку,

2. обучением иностранным языкам,

3. увеличением эффективности передачи информации с помощью языка,

4. лечением пороков речи, слуха,

5. уменьшением языковой избыточности при передаче по идеальному каналу связи,

6. увеличением языковой избыточности для обеспечения помехоустойчивости в таких условиях как космос, подводная среда, и т. д.

Как знаем, большую часть информации человек передаёт с помощью языка. Поэтому, немаловажное значение будет иметь для нас структура языкового сообщения. Языковой сигнал является носителем семантической информации, которая может быть в нём закодирована различным образом (имеем здесь в виду акустический и визуальный сигнал). Разный способ кодирования информации в языковом сигнале может значительно облегчить или усложнить принятие некоторых информации получателем. В одном случае информация может быть легче принята, в другом труднее или может остаться вообще не принятой. Имеем здесь в виду процесс обучения как таковой, понимаемый как передача информации с помощью языка. Речь идёт о таких вопросах как: язык учебников, язык учителя в школе, профессора в университете или директора на заводе, язык научных работ. Кроме того следует принять во внимание другие способы языкового воздействия: язык массовых средств передачи, язык рекламы, язык психологической войны, и т. д.

В общем можно сказать, что целью прикладного языкознания является использование информации, получаемых при анализе языка и языковой коммуникации в практических целях. При такой постановке проблем мы должны посмотреть на язык шире, *не ограничиваясь только текстом*. Поэтому, как нам кажется, язык целесообразно понимать как кодирующее устройство до-

*** Несмотря на прогресс в использовании аналоговых и электронно-вычислительных машин, остаётся ещё большое количество задач, которые машина не умеет решить, а человеческий мозг решает их очень просто. Имеем здесь в виду распознавание сигналов в форме оптических образов (сюда относится также и письмо), языковых акустических образов и оактильных образов.

¹ ROBERT A. WILSON, *Optical Page Reading Devices*. New York, 1966.

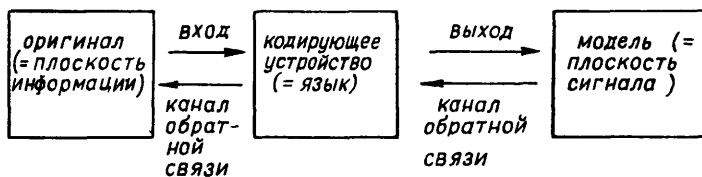
² L. ЗАВРОСКИ, *Cybernetyczny układ komunikacji językowej*. „Logopedia”, Lublin, Nr 7.

³ L. KACZMAREK, *Principes cybernétiques de la formation du langage chez les sourds*. Zeitschrift für Phonetik, Sprachwissenschaft und Kommunikationsforschung, 1967, Band 20, Heft 4, p. 315—324.

статочной сложности структуры, на входе которого кодированным алфавитом является отображенная в сознании человека модель объективной действительности (плоскость информации)^{4,5} а на выходе информационные ряды, языковые фразы (плоскость сигнала).⁶ Между комбинациями элементов входа и выхода осуществляются некоторые зависимости, которые составляют код данного кодирующего устройства.⁷ Этот механизм можно понимать как «чёрный ящик», так как работает он согласно некоторым программам, т. е. алгоритмам (грамматика языка-множество правил), которые не всегда можно распознать. Это особенно сложно при нестрогих детерминированных программах. Программа механизма языка построена по-видимому, на основе логических законов и поэтому мы можем рассматривать её как некоторую логическую сеть.^{8,9} Действие такой логической сети мы можем описать с помощью двузначной булевой алгебры. В этом случае переменные булевой алгебры можно интерпретировать как логические предложения. Хотя такой подход по отношению к языку является достаточно примитивным, так как язык логики является только частью языка вообще, но однако использование этого аппарата может оказать значительную помощь в описании программы языка (Для более точного описания языка более пригодной была бы, как нам кажется, многозначная логика Яна Лукасевича.¹⁰). В этом мы согласны с К. Айдукевичем и А. Черчем.^{11,12,13}

В процессе действия языка (кодирующего устройства), т. е. в процессе перекодирования информации, мы имеем дело с реляцией между оригиналом (информационная плоскость) и моделью (сигнальная плоскость). Эту реляцию можно было бы сравнить с реляцией между операндом и его образом или аргументом и функцией (Таким образом, закодированный текст понимается как структуральная модель исходной системы).

Выше сказанное можно изобразить следующей схемой:



⁴ JOHN R. PIERCE and EDWARD E. DAVID, *Man's World of Sound*. New York 1958, раздел 3.

⁵ А. А. Белецкий, *Знаковая теория языка. Теоретические проблемы советского современного языкознания*. Москва, 1964, стр. 38—39.

⁶ JANUSZ BAŃCZEROWSKI—KOŁWZAN, W., *Попытки кибернетической интерпретации знака. Biuletyn Fonograficzny*, Nr. 11.

⁷ А. М. Яглом, И. М. Яглом, *Вероятность и информация*. Москва, 1960. (цитир. по польскому переводу, Варшава, 1963, стр. 172).

⁸ K. KURATOWSKI, *Wstęp do teorii mnogości i topologii*. Warszawa, 1965, стр. 25—28.

⁹ JANUSZ BAŃCZEROWSKI—KOŁWZAN, W., *Op. cit.*

¹⁰ J. ŁUKASIEWICZ, *Elementy logiki matematycznej*. Warszawa, 1929. А. Wł. Mostowski, *Algebry Boole'a i ich zastosowanie*. Warszawa, 1964.

¹¹ K. AJDUKIEWICZ, *Logika pragmatyczna*. Warszawa, 1965, стр. 24.

¹² A. CHURCH, *Introduction to Mathematical Logic*. Princeton, New Jersey 1965,

В свете этой реляции неупорядоченность алгоритма (грамматики языка) можно схарактеризовать с помощью условной энтропии $H(X/Y)$, где X является множеством входных элементов, а Y выходных. Тогда

$$H(X/Y) = - \sum_{k=1}^n p(x_k) \sum_{i=1}^m p(y_i/x_k) \log p(y_i/x_k)$$

где $x \in X$ и $y \in Y$.

Как видим, в описанном процессе мы имеем дело прежде всего с двумя плоскостями: информационной и сигнальной.

Плоскость информации и плоскость сигнала.

Объективная действительность доставляет нам, благодаря затрате некоторого количества энергии, информацию об объективных системах и их способах поведения. Язык отражает некоторым образом эту действительность. Поэтому в языке отражается информация об этих системах и их способах поведения. Как пишет С. А. Васильев «Человеческое общество не могло бы функционировать и погибло бы, если бы язык, которым оно пользуется содержал в себе ложную информацию. Поэтому отражение действительности в языке является необходимым условием его существования».¹⁴

Поэтому справедливо замечает Н. Д. Андреев, что «измерение семантической информации языковых элементов должно осуществляться с учётом ценности этой информации, определяемой в связи с эмоцией и на основе негэнтропийной цели . . . Семантическую информацию несомую языком следует в конечном итоге измерять оценивая тот прирост негэнтропии в тектонической системе (упорядоченная система, например, человеческое общество — *замечание наше*), который эта языковая информация обеспечивает своим появлением».¹⁵

Каждая информация может быть передана только с помощью сигнала. Сигнал всегда вызван некоторым событием. Характеризуется он самобытной физической природой и самостоятельным бытием в рамках некоторой организованной системы. Сигнал всегда воплощён в некоторый материальный объект или процесс. Однако можно его рассматривать также как «самостоятельный». Эта самостоятельность проявляется в независимости от события, которое его вызвало, начиная с момента когда сигнал уже возник. Так как сигнал выступает в рамках некоторой организованной системы, то её описание (правильное) возможно только благодаря существованию сигнала. Для наших рассуждений очень важно рассматривать сигналы в кибернетических системах, т. е. таких системах, которые, имея связь с сигналами, получают, перерабатывают, хранят, передают или используют информацию в сигнале и системе, работая согласно определённым алгоритмам. Содержимая в сигнале информация всегда беднее, чем само событие. Извне организованной системы

¹³ Стоит отметить, что применение булевой алгебры к анализу и синтезу логических сетей имеет целью их оптимализацию (См. JANUSZ WAJCZEROWSKI—KOŁWZAN, W., Попытки кибернетической . . .).

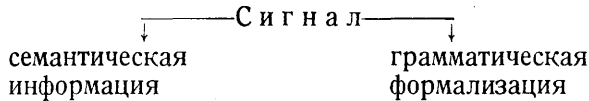
¹⁴ С. А. Васильев, Семантическая структура языка и её отношение к действительности. Логика и методология науки. «Наука», Москва, 1967, стр. 131.

¹⁵ Н. Д. Андреев, Статистико-комбинаторные методы в теоретическом и прикладном языкознании. АН СССР, Ленинград, 1967, стр. 205.

сигнал может существовать и может сохранять свои физические свойства, однако утрачиваются признаки сигнала, тратится информация (нет обратной связи, это изолированная информационная струя). Тратится возможность «понять» сигнал. Такой сигнал можно рассматривать как шум в другой, принимающей его системе. Шум, как пишет Р. Эшби, по существу не отличается от никакой другой формы разнообразия.¹⁶

Как мы уже говорили, информация может быть передана только с помощью сигнала, т. е. материального объекта. Информацию, которая связана с данной системой, надо понимать двояко: система, в рамках которой выступает данный сигнал, и которая таким образом обеспечивает условия его существования должна быть организованной, т. е. построенной согласно некоторому алгоритму и должна характеризоваться некоторой степенью сложности (иерархическая структура). Иначе говоря, структура системы содержит в себе некоторую информацию, которую мы назовём *вступительной* в отличие от настоящей, которую несёт в себе сигнал, существующий в данной системе.¹⁷

Сигнал мы можем рассматривать не только с качественной стороны, но также и с количественной. Этим вопросом занимается теория информации. Как следует из вышесказанного мы можем разделить сигнал согласно схеме:



Плоскость сигнала является формализованной плоскостью. Общая схема представленной проблемы следующая:

Объективная действительность (= A)	Плоскость информации (= носитель A)	Плоскость сигнала	
		сигнал напол- ненный информацией	абстрактный сигнал

Хранение информации. Ядерные и добавочные информации.

Человек, как известно, с одной стороны хранит полученную информацию, а с другой перерабатывает её, классифицирует и передаёт в коммуникативных целях. Человеческий мозг старается классифицировать полученную информацию наиболее целесообразным и экономным путём.¹⁸ В результате классификации формируются абстрактные модели, т. е. классы разных уровней абстракции.¹⁹

Поведение сложных систем может проявляться по-разному.^{20,21} Каждому способу поведения системы соответствует другая информационная струя.

¹⁶ R. ASHBY, *An introduction to cybernetics*. London, 1956 (русский перевод: *Введение в кибернетику*. Москва, стр. 267).

¹⁷ I. A. ROJETAŁEW, *Zagadnienia cybernetyki* (перевод с русского) стр. 5—45. (Warszawa, 1963).

¹⁸ А. А. Невская, *О пределах инвариантности зрительного опознания у человека. Механизмы опознания зрительных образов*. Ленинград, 1967, стр. 102.

¹⁹ J. BAŃCZEROWSKI, *Az audiovizuális idegennyelv-oktatás elméletének néhány kérdése*. Modern nyelvoktatás. Budapest, 1970/71.

²⁰ R. ASHBY, *An introduction...*

²¹ JANUSZ BAŃCZEROWSKI—KOŁWZAN, W., *Op. cit.*

я.²² Информацию, которая говорит о способе (способах) введенная системы (систем) мы назовём *областной информацией*. Напротив, информацию, которая инвариантным образом связана с данной системой и которая не содержит никакой другой информации о себе самой, т. е. эта наиболее общая информация-ция, мы назовём *ядерной информацией*. Сумма ядерной и добавочных информаций составляет семантическую информацию, т. е. информацию о системе или событии в целом.

Воспользуемся следующим примером:

«Самый большой город Польши»,

«Столица Польши»,

«Столица Мазовше»,

«Самый большой город на берегу Вислы»,

и т. д.
«Город Польши, который насчитывает больше миллиона жителей»;

Эти фразы, как видим, по-разному реализуют некоторую инвариантную информацию, которая относится к «Варшаве» как к ядерной информации, т. е. являются ее вариантами. С точки зрения логики это обозначает область значений первой, которая есть символ, содержание которого совпадает с содержанием собственного имени, или константы, за исключением лишь того, что единственная денотат константы заменён здесь возможностью различных значений переменной.

Добавочные информации следует понимать как нестрогое упорядочение множества накопленных информаций. Отношение нестрогое порядка транзитивно, рефлексивно и антисимметрично. Для подтверждения вышесказанного мы воспользуемся следующим примером:

«Еду в Варшаву»,

«Еду в Варшаву поездом»,

«Завтра еду в Варшаву поездом»,

и т. д.
«Если на следующей неделе еду в Варшаву, тогда только машиной»,

Видно, что добавочные информации упорядочивают нестрогим образом множество информаций, относящихся к «когда» и «чем» (*на чем*) (*поеду*) в Варшаву. Это значит, что добавочные информации, как правило, могут организовывать энтропию некоторого множества максимальным образом. Чем больше добавочных информаций, тем скорее отранжирование энтропии стремится к нулю. Пусть множество X обозначает количество возможных способов, чтобы попасть в Варшаву.

$$X = x_1 \cup x_2 \cup x_3 \dots \cup x_n,$$

$$P \left(\bigcup_{i=1}^n x_i \right) = \sum_{i=1}^n p_i = 1$$

при

$$P(x_i) = p_i = \frac{1}{n} \text{ для } i = 1, 2, \dots, n$$

²² Ср. следующее высказывание Херрика: «Свойства, приписываемые обычно любому объекту, являются в конечном счете называемыми его поведением» (Эшби, Введение в кибернетику. Москва, 1959, стр. 21)

следовательно $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$

т. е.
$$H(X) = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i = \log n.$$

Пусть в свою очередь Y обозначает множество срока выезда таких, что

$$Y = y_1 \cup y_2 \cup \dots \cup y_m$$

и такое, что $y_i \cap y_j = 0$ для $i \neq j$, $(i, j = 1, \dots, m)$

аналогично множеству X получаем

$$P(Y) = P\left(\bigcup_{j=1}^m y_j\right) = \sum_{j=1}^m p_j = 1$$

и

$$P(y_j) = p_j = \frac{1}{m}, \text{ для } j = 1, \dots, m.$$

т. е.

$$\underbrace{\frac{1}{m} + \frac{1}{m} + \dots + \frac{1}{m}}_{m \text{ раз}} = 1$$

следовательно

$$p_1 + p_2 + \dots + p_m = 1$$

$$H(Y) = - \sum_{j=1}^m p_j \log p_j = \log m.$$

Так как

$$X \cap Y = 0.$$

следовательно

$$H(X, Y) = H(X) + H(Y)$$

т. е. $H(X, Y) = \log n + \log m = \log n \cdot m$, пусть $n < m$.

Если фразу «еду в Варшаву» мы обогатили некоторыми добавочными информацией определяющими ближе средство сообщения и срок выезда (в одной фразе эти два понятия мы сделали зависимыми друг от друга) тогда вероятность некоторых элементов множества X , а также Y равняется нулю, т. е. эти множества уменьшили свою численность на данное число элементов. Возникли множества, которые обозначим соответственно знаками U и V . Некоторым элементам этих множеств мы придали большую вероятность по сравнению с другими. Это значит, что величина энтропии для множеств U и V уменьшилась на несколько элементов по сравнению с энтропией множеств X и Y . Величина энтропии составного события тоже уменьшилась. $U \cap V$, которое является непустым,

т. е.

$$H(U, V) < H(X, Y),$$

при этом

$$H(U, V) = H(U) + H(V|U), \text{ ибо } U \cap V \neq \emptyset$$

Вышесказанное постараемся представить с помощью более подробной формулы:

Пусть
$$U = x_1 \cup x_2 \cup \dots \cup x_r, \quad r < n$$

и
$$P\left(\bigcup_{i=1}^r x_i\right) = \sum_{i=1}^r p_i = 1, \text{ где } P(x_i) = p_i \text{ для } i = 1, \dots, r,$$

тогда

$$H(U) = - \sum_{i=1}^r p_i \log p_i \leq \log r$$

при

$$r < n \quad \log r < \log n$$

т. е.

$$H(U) < H(X).$$

Аналогично поступаем с множеством V .

Пусть
$$H(V) = - \sum_{j=1}^s p_j \log p_j \leq \log s, \quad s < m$$

тогда

$$\log s < \log m,$$

т. е.

$$H(V) < H(Y)$$

и
$$H(U, V) = - \sum_{i=1}^r p_i \log p_i - \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p(y_j, x_i) \cdot \log p(y_j/x_i),$$

т. е.

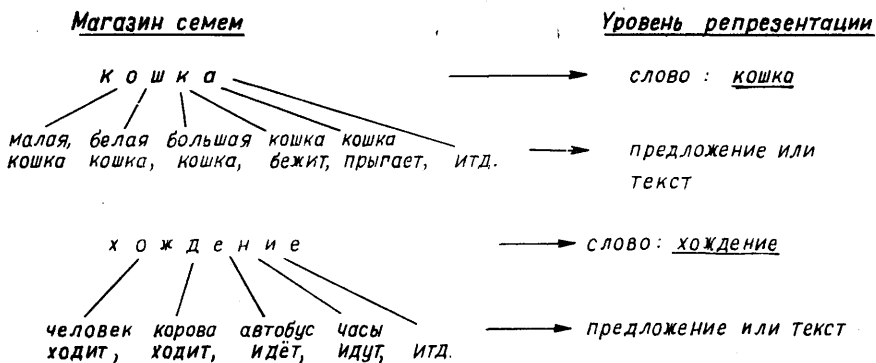
$$- \sum_{i=1}^r p_i \log p_i - \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r p(y_j, x_i) \cdot \log p(y_j/x_i) < \log n \cdot m$$

Как мы уже говорили, на основе полученных информаций осуществляется процесс классификации и связанный с ним процесс абстракции. Возникают классы разных уровней абстракции, образуя некоторый *внутренний магазин*, который мы назовём *магазином семем* (понятий). Процесс абстракции нужен для того, чтобы обеспечить мозгу экономное функционирование. Материал, который хранится, слишком обширен для того, чтобы можно было им эффективно управлять. Процесс абстракции является процессом аббревиации.²³ С математической точки зрения речь идёт здесь об отображении многоэлементного множества в одноэлементное множество.****

²³ А. Н. Радченко, Моделирование основных механизмов мозга. «Наука», Ленинград, 1968, стр. 80—86, 168.

**** Такая точка зрения указывает на то, что процесс обучения (процесс накапливания информаций) должен основываться на переходе от множества с большим количеством элементов к множеству с меньшим количеством элементов. Ср. В. Ф. Ломов, Объём памяти и количество информации. Проблемы инженерной психологии. Психология памяти. Ленинград, 1965; I. ROLLAS, The Assimilation of sequentially encoded information. Amer. Psych. 66, 1953; G. A. MILLER, Human Memory and Storage of Information. — IRE Trans. on Information Theory, IT-2, Nr. 3, 1956.

Трудно сформулировать точное определение семемы с помощью языка, потому что как слова, так и предложения, хотя направляют нас к соответствующим семемам могут на самом деле быть только их искаженными отображениями. Семема возникает в следствие абстракции от всяких конкретных состояний, в которых находится данный объект. Это, иначе говоря, пункт пересечения конфузив и дифузив разных состояний данного объекта. Процесс абстракции можно изобразить следующим образом:



Спохожим способом классификации семантической системы языка мы можем встретиться у *Т. Милевского*.²⁴

Когда сформулируются классы высшего уровня абстракции, т. е. некоторые семемы (ядерные информации), тогда слова относятся прежде всего к ним и уже не отражают адекватным образом низших классов абстракции. К конкретным объектам должны относиться тогда целые предложения или тексты. Практически, слово можно соотнести не только с классом, но и с конкретным объектом. Далее, можем сказать, что слово может быть соотнесено с разными уровнями абстракции. Отношение между словом и предложением на семантической плоскости кажется быть очевидным. Слово относится к высшим уровням абстракции а предложение к низшим.²⁵ Уровни абстракции носят, конечно, относительный характер.^{26,27}

Модель функционирования языка

Адекватная модель функционирования языка должна отражать естественный процесс языковой коммуникации. Процесс языковой коммуникации вторичен по отношению к процессу обучения (процессу накопления ин-

²⁴ Т. MILEWSKI, *Językoznawstwo*. Warszawa, 1965, стр. 221.

²⁵ W. DOROSZEWSKI, *Знак и означаемое (десигнат)*. Вопросы Языкознания, Нр. 5, 1963, стр. 15—26.

²⁶ JERZY BAŃCZEROWSKI—KOŁWZAN, W., *Z zagadnień neurolingwistyki*. PTPN, Poznań, 1969.

²⁷ JANUSZ BAŃCZEROWSKI, *Struktura zdania prostego w świetle modelu informacyjnego języka (na materiale języka rosyjskiego)* (кандидатская диссертация) Poznań, 1970.

формаций человеком) и основан на выборе накопленных информации из соответствующих уровней абстракции.***** Поэтому, модель языка должна отражать два главных уровня: абстракции и репрезентации (наблюдения)²⁸ Уровень абстракции связан с процессом обучения, а уровень репрезентации с обратным процессом, т. е. с процессом коммуникации (порождение синтагматических информационных рядов, предложений). Согласно вышесказанному, процессу обучения будет соответствовать направление глубины, а процессу коммуникации — направление поверхности. Отметим, что направление глубины увеличивает субъективную энтропию, зато направление поверхности уменьшает её.

Если иметь в виду иерархию уровней хранения информации,²⁹ то следует сказать, что ядерные информации хранятся на более высоком уровне, чем добавочные, так как являются более общими, абстрактными, и одновременно занимают меньше места в памяти человека. В этом свете справедливым кажется предположение, что человек хранит информации прежде всего на двух основных уровнях, хотя имеется здесь в виду многоступенчатость уровня абстракции. Заметна здесь аналогия с моделями классификаторов, применяемых, между прочим, в бионике.***** Многоступенчатость уровня абстракции надо понимать как множество всегда попарно связанных двух уровней: уровня хранения ядерных информации и уровня хранения добавочных информации.*****

**** Стоит добавить, что количество уровней абстракции в магазине семем детерминруется необходимостью приспособления человека к конкретному окружению. Количество уровней будет всегда возрастать так как этот процесс связан с увеличением знаний человека во время обучения. Отдельные языки мира значительно различаются с точки зрения многоступенчатости структуры абстракции. Например, в языке хауса из центрального Судана существует 311 соответствий слова «большой». В классическом арабском языке мы находим около тысячи соответствий слова «верблюд». Общая тенденция, которую мы можем наблюдать в развитии языков — это увеличение уровней абстракции.

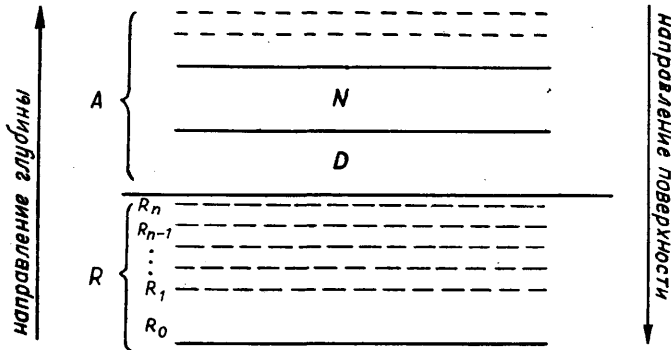
²⁸Ср. С. Ф. Шаумян, О понятиях лингвистической системы или лингвистического знака. Институт славяноведения. Краткие сообщения. АН СССР, Москва, 1961, стр. 7.

²⁹ Н. М. Амосов, Некоторые вопросы моделирования сложных систем. Сб. Кибернетику на службу коммунизму, Москва—Ленинград, 1967, т. IV, стр. 255—267.

***** Рассматриваемый нами способ хранения ядерных и добавочных информации базируется на классификации конечных множеств. Конечное множество, как известно, содержит в себе конечное количество подмножеств, число которых для N — элементного множества выражается числом 2^N . Поэтому, каждая ядерная информация содержит в себе конечное количество добавочных информации. В зависимости от того, какие элементы уровней модели классификатора мы хотим выэкспонировать, одна и та же информация раз может быть ядерной информацией, а в другом случае только добавочной к некоторой ядерной информации. Это связано с тем, какой уровень мы считаем исходным. Каждый исходный уровень получателя информации, т. е. его состояние в данный момент, отражается на уровне репрезентации. В зависимости от этого состояния уровней репрезентации для одной и той же информации может быть несколько. Имеется здесь в виду, конечно, величина неопределенности синтагматических рядов — акустических и оптических образов.

***** Имеем здесь в виду тот факт, что данной ядерной информации отвечает определённый уровень её локализации. На этом уровне с ней соотносится целое множество добавочных информации (т. е. информации низших уровней). Это означает дальше, что на этом уровне она является полной информацией. Суммируя, мы можем сказать, что такой ядерной информации соответствует только определённый уровень абстракции и она не может выступать на других уровнях как ядерная информация (на низших уровнях не будет ядерной информацией, а по отношению к высшим уровням будет добавочной информацией; это вытекает из закона включения).

Выше сказанное можно изобразить с помощью следующей схемы:



- N — уровень хранения ядерных информации,
 D — уровень хранения добавочных информации,
 A — уровень абстракции,
 R — уровень репрезентации (наблюдения).

Эти два вида информации (ядерные и добавочные) очень тесно связаны друг с другом на уровне наблюдения. На этом уровне с данной ядерной информацией всегда связано некоторое множество добавочных информации, среди которых часто выступают добавочные избыточные информации. Это вытекает из свойства языка: языковые признаки мы выделяем парадигматически, но пользуемся ними в конкретных синтагматических последовательностях. Такие синтагматические последовательности предствляют собой упоминаемый нами уровень наблюдения. Уровней репрезентации может быть много. Их глубина зависит от количества добавочных информации, определяющих данную ядерную информацию (Под уровнем репрезентации мы понимаем конкретные языковые фразы). Возьмём в качестве примера ядерную информацию «человек»:

Человек идет
Человек идет в кино
Малый человек идет в кино
Малый человек быстро идет в кино,
Этот малый человек очень быстро идет в кино,
 и т. д.

Заметно, что каждая очередная фраза содержит больше добавочных информации к ядерной информации «человек», уменьшая таким образом субъективную энтропию партнеров канала связи. Процесс уменьшения энтропии должен достигнуть минимума с точки зрения получателя информации. Чем больше добавочных информации, тем ниже уровень. Достаточным условием появления данной фразы на нулевом уровне поверхности, т. е. R₀ является полное количество добавочных информации (с точки зрения состояния получателя информации). Это значит, что ядерная информация определена здесь

однозначным образом (принимая во внимание в таком случае данный источник информации). Если принять, что отправитель информационной струи и её получатель пользуются одинаковым языковым кодом, тогда нетрудно заметить, что фраза нулевого уровня репрезентации несёт нуль бит информации. Все фразы, которые выступают на более глубоких уровнях репрезентации несут больше чем нуль бит информации. Величина энтропии отдельных уровней репрезентации прямо пропорциональна направлению глубины. Чем глубже уровень, тем более неопределённость данной фразы увеличивается, и наоборот, приближаясь к нулевому уровню, энтропия уменьшается и стремится к нулю. Из этого видно, что если получатель информации и её отправитель находятся в разных состояниях, т. е. соответствуют им разные уровни абстракции, тогда в некоторых случаях нельзя достигнуть нулевого уровня репрезентации (партнеры канала связи не понимают друг друга).

Как видим, мы имеем дело с двояким характером селекции информации на уровне А. Один из них связан с направлением глубины, а другой с направлением поверхности. В процессе коммуникации осуществляется выбор информации, т. е. выбор матриц из уровня N и D. Опираясь на эти матрицы в устройстве исполняющем роль классификатора,³⁰ проводится селекция информации и таким образом на его выходе появляется синтагматический ряд, который в действительности является последовательностью элементов уровня R, т. е. матрицей, наполненной конкретной информацией. Наступило ограничение разнообразия, т. е. исключение лишних последовательностей добавочных информации. Стоит отметить, что устройство, о котором говорится, имея в своём составе абстрактные правила, при этой двойственного вида селекции информации уровня А, выполняет двойственную функцию. В одном случае, согласно направлению глубины представляет оно собой устройство синтезирующее добавочные информации, помещая их на высшем уровне, и в другом случае исполняет роль классификатора объектов А. Добавим, что устройство этого типа (классификатор) применяется между прочим также и в так называемых обучающихся машинах. Обучающаяся машина в общем понимается как любое устройство, на действия которого влияет прошлый опыт его работы. Известны прежде всего два типа классификаторов, исходя из учёта способа классификации. Классификация объектов в одном из них проводится таким образом, что выходной сигнал является детерминированной функцией входных объектов. Тип такого классификатора описан Нильсоном.³¹ Классификаторы объектов второго вида в свою очередь характеризуются случайными в смысле вероятности выходными сигналами.

В связи с постоянным накапливанием новых информации человеком может показаться, что соответственно должны возникать также и новые матрицы. Вполне отрицать этого нельзя, однако можно утверждать, что это далеко не совсем так. Новые матрицы могут возникать, но рядом с этим человек стремится к увеличению информации на запоминаемый символ. В связи с ограниченной памятью человека будет он стремиться к перекодированию информации на такие символы, которые выступают в меньшем количестве и одновременно содержат больше информации (абстрагирование). Такой вывод подтверждают

³⁰ *Bionika. System nerwowy jako uklad sterowania.* Warszawa, 1966, стр. 254.

³¹ NILS. J. NILSON, *Learning Machines. Foundations of trainable pattern — classifying systems.* Stanford Research Institute, Menlo Park, California, Mc Graw-Hill Book Company, New York, St. Louis, San Francisco, Toronto, Sydney, 1965.

экспериментальные данные.^{32'33'34} В противном случае дисперсия вероятностей, касающаяся матриц была бы очень большой, что способствовало бы огромной неопределённости выбора матрицы. Тем самым увеличилась бы вероятность совершения ошибки, а также это противоречило бы закону экономии.

В кибернетике часто употребляется понятие «большее множество возможностей» и «меньшее множество возможностей».***** Большое множество в кибернетическом смысле относится в наших рассуждениях к уровню А, меньшее — к тому, что наблюдается в действительности, т. е. к уровню репрезентации. *****

Отметим, что кибернетика всегда интересуется большим множеством возможностей, хотя в действительности мы сталкиваемся лишь с меньшим множеством, которое вызвано ограничением разнообразия (законы). В нашем случае, этим большим множеством возможностей будет внутренний выход на уровне А (на котором имеется возможность проводить всякие простые и сложные операции на накопленных информациях, опираясь на абстрактные правила). Меньшее множество выступает тогда, когда мы имеем в виду направление поверхности, которое относится к внешнему выходу уровня А. Воспользуемся следующей схемой:

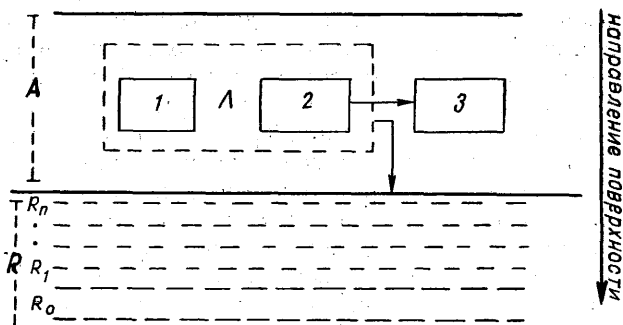
³² П. Б. Невельский, Зависимость объёма человеческой памяти от количества информации. В сб. Бионика, Наука, Москва, 1965, стр. 71—72.

³³ Л. П. Крайзмер, Современные представления о памяти человека и бионические пути построения запоминающих устройств кибернетических машин. В сб. Вопросы бионики. Наука, Москва, 1967, стр. 213—218.

³⁴ С. П. Бочарова—П. Б. Невельский, Неопределённость, вероятность, и разнообразие как переменные при исследовании памяти человека. В сб. Вопросы бионики. Наука, Москва, 1967, стр. 218—224.

***** «... в самом деле, существование инварианта означает ведь то, что осуществляется не вся область разнообразия. Следовательно вся теория инвариантов есть часть теории ограниченный разнообразия. Далее, так как любой закон природы подразумевает наличие некоторого инварианта, то всякий закон природы есть ограничение разнообразия. Так закон Ньютона говорит, что из всего множества возможных (например написанных на бумаге) векторов положений и скоростей планет (большее множество) в действительности встречается в небесах лишь некоторое меньшее множество; и закон указывает, какие значения будут приниматься этими величинами. С нашей точки зрения здесь важно то, что закон исключает многие положения и скорости планет, предсказывая, что они никогда не будут встречаться. Наука ищет законы; поэтому она много занимается поисками ограничений разнообразия (здесь большее множество состоит из того, что могло бы случиться, если бы поведение было свободным и хаотическим, а меньшее множество состоит из того, что случается в действительности). ... кибернетика рассматривает всю совокупность явлений во всей её возможной полноте а затем спрашивает, почему действительные события ограничиваются некоторой долей всех возможностей.» (R. Ashby, An introduction to cybernetics. London, 1956.) (русский перевод, стр. 185—186).

***** Пользуясь методом, требующим, прежде всего, полноты и общности, в кибернетике при рассмотрении любой данной, конкретной машины типичен вопрос: «каковы все возможные формы поведения этой машины» — а не вопрос «какое индивидуальное действие совершит она здесь и сейчас». По этому поводу Р. Эшби пишет: «... теория информации играет большую роль в проблемах кибернетики. Ведь теория информации характеризуется по существу тем, что она имеет дело всегда с некоторым множеством возможностей; как её исходные данные, так и её окончательные выводы относятся всегда к множеству как таковому, а не к какому-либо отдельному элементу в нём» (R. Ashby, Op. cit.) (русский перевод, стр. 16). Эта точка зрения приводит к рассмотрению задач нового типа. Например, моделирование языка возможно только благодаря всей совокупности данных, которые составляют некоторое множество возможностей, рассматриваемых как одно целое.



- 1 — накопленные информации вместе с распределением вероятностей,
- 2 — абстрактные правила,
- 3 — большее множество (внутренний выход),
- R — меньшее множество (уровень репрезентации).

Выбор информации. Процесс коммуникации. Процесс коммуникации, как известно, связан с выбором информации.

Иногда мы можем встретиться с мнениями, согласно которым выбор информации из памяти вычислительной машины и из памяти человека в процессе коммуникации осуществляется аналогичным путём.

Стоит отметить, что в памяти вычислительной машины информация записывается согласно строго детерминированной процедуре, т. е. алгоритму в соответствующих ячейках памяти, обладающих определённым адресом. Машина не знает, какая семантическая информация содержится в закодированных в её памяти символах, и поэтому выбор информации для неё самой не связан с содержанием этой информации.

Совсем по-другому обстоит дело с выбором информации из памяти человека. Этот выбор связан с содержанием информации и осуществляется благодаря принципу ассоциации. Ассоциативный выбор информации опирается на некоторые признаки информации, а не на заданный адрес её локализации. Выбор информации у человека является более неопределённым чем в машине, и поэтому человек чаще совершает ошибки по сравнению с машиной, а также медленнее перерабатывает информацию. Информация, которой располагает человек более сложна чем в машине и поэтому он требует больше времени на её переработку. Ядерная информация у человека характеризуется большим количеством добавочных информации чем ядерная информация закодированная в машине. Отметим, что принцип ассоциации тесно связан с процессом классификации информации и одновременно с процессом абстракции.

С точки зрения теории информации, передача информации является некоторым процессом выбора из множества возможных событий, который совершает на входе канала связи так называемый источник информации, т. е. отправитель. Источником информации для канала связи может быть, например, пишущий письмо человек. В общем, источником может быть каждая система, располагающая множеством возможных состояний с определенной вероятностью их появления.

Энтропию источника информации можно измерить соотнося её с одним выбором. Например, энтропия источника информации (письменной речи) для

текста на польском языке даёт около 1,3 единиц информации на одну букву (принимая во внимание пробелы между отдельными словами как отдельными «буквами»). Итак, энтропия письма, состоящего из 100 букв имеет 130 единиц информации. Чтение текста доставляет нам информацию в таком самом количестве в каком выступала его энтропия. Такое равновесие может произойти при условии, что не произойдёт искажение передачи, т. е. увеличение энтропии в канале связи. Обычно, во время передачи, сигналы остаются искаженными и вследствие этого энтропия получателя больше, чем энтропия отправителя. Поэтому возрастает также количество полученной селективной информации. Отсюда можно было бы заключить, что ингеренция шума является полезной. Такой вывод был бы, конечно, ошибочным, так как это увеличение вызвано существованием искажений, ошибок и нежелательных сигналов.

Во время существования шумов сигнал на входе канала не однозначен по отношению к сигналу на выходе канала. Между ними существует только статистическая связь, которая позволяет определить вероятность появления входного сигнала, если уже получен выходной сигнал.

Можем предположить, что множество сведений X кодируется во множество соответствующих входных сигналов C (например, буквы кодируются в последовательности электрических импульсов), которые передаются через канал, и которые появляются на его выходе как выходные сигналы, входящие в множество Y . Они содержат, кроме информации о X , также и шум. Каждому возможному сведению x из множества $X (= x \in X)$ свойственна определённая вероятность появления. Так как сведения кодируются во входные сигналы, то каждому $c \in C$ придана вероятность $P(c)$. Факт, что входной сигнал во время передачи через канал остаётся искаженным благодаря шуму, таким образом, что для каждого из возможных входных сигналов $c \in C$ определяется вероятность с какой появляется соответствующий выходной сигнал $y \in Y$, т. е. условная $P(y/c)$. Вместо $P(y/c)$ можно принять во внимание $P(y/x)$, так как c представляет собой сведение x .

Получатель информации знает только сигнал, который появляется на выходе канала и стоит перед проблемой, какое из сведений было передано. Каким образом получатель информации может воспроизвести переданную информацию?

Имеет место следующая возможность: получатель информации определяет условную вероятность $P(x/y)$, т. е. вероятность, что передано сведение x при условии, что выходной сигнал равняется y , и предполагает, что переданной информации соответствовала самая большая вероятность. Может случиться, что будем иметь дело с некоторым количеством сведений x_1, x_2, \dots, x_k , которые с точки зрения данного сигнала y имеют одинаковую условную вероятность $P(x/y)$ и при этом, эти вероятности больше, чем какие-либо из других условных вероятностей при определённом y . В таком случае получатель информации выбирает одно из сведений x_1, x_2, \dots, x_k , которое считает действительно переданным.

С целью вычисления значения условной вероятности $P(x/y)$ можно воспользоваться следующей формулой. Так как входные и выходные сигналы являются взаимозависимыми событиями, поэтому следует рассматривать общую вероятность появления этих двоякого вида сигналов, т. е. $P(c/y)$. Вместо $P(c/y)$ мы можем принять во внимание $P(x/y)$, так как c предстает собой сведение x . Согласно формуле о вероятности двух взаимозависимых событий, мы получаем:

$$P(x, y) = P(x) \cdot P(y/x) = P(y) \cdot P(x/y)$$

$$P(x/y) = \frac{P(x, y)}{P(y)}$$

Если прием, что выходной сигнал y может появиться только с одним из сигналов $c \in C$, и сигналы множества C взаимно исключаются, тогда:

$$P(y) = \sum_{k=1}^n P(c_k, y) \text{ или } P(y) = \sum_{k=1}^n P(x_k, y)$$

$$P(y) = \sum_{k=1}^n P(x_k) \cdot P(y/x_k)$$

$$P(x_k/y) = \frac{P(x_k) \cdot P(y/x_k)}{\sum_{k=1}^n P(x_k) \cdot P(y/x_k)} \text{ для } P(x_k) > 0$$

Это формула *Байеса*. Она относится к определению обратной вероятности, т. е. вероятности причины x , которая вызвала эффект y , в то время как «простая» вероятность описывает эффект, который вызван данной причиной.

Принимая во внимание соответствующие вероятности появления сигналов, можно вычислить среднюю энтропию или среднюю неопределенность на символ сигнала, или на единицу времени. Таким образом можем определить:

$H(X)$ — энтропию источника информации (отправителя):

$$H(X_i) = - \sum_{i=1}^N P(x_i) \log P(x_i)$$

$H(X/Y)$ — энтропию источника информации, когда уже известен выходной сигнал,

$H(Y)$ — энтропию полученных сигналов (получателя):

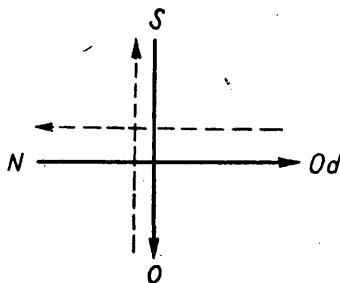
$$H(Y_i) = - \sum_{i=1}^N P(y_i) \log P(y_i)$$

Величина $H(X/Y)$ является условной энтропией и можно ее вычислить согласно следующей формуле:

$$H(X/Y) = - \sum_{k=1}^n P(x_k) \sum_{i=1}^m P(y_i/x_k) \log P(y_i/x_k)$$

Условная энтропия является мерой количества информации относительно одного выбора (или мерой неопределенности перед выбором) из множества возможных сигналов X , если известны сигналы множества Y . Если условия передачи хороши, тогда значение $H(X/Y)$ будет небольшое, и если вообще не будет шума, тогда значение его будет равно нулю. Иначе говоря, если нет шума и если известен сигнал, тогда в сведении нет неопределенности.

Если сейчас примем во внимание выделенные нами плоскости: информации и сигнала, а также общую схему системы языковой коммуникации вида:



где N — означает отправитель, Od. — получатель, S — субъект, O—объект, тогда становится очевидным, что рассматриваемый нами вопрос является очень важным в лингвистических исследованиях. Таким образом, как нам кажется, мы можем значительно приблизиться к выяснению семантики языка и существования языка вообще, а также языковой коммуникации. Добавим ещё, что система языковой коммуникации характеризуется тремя видами информации: 1. основной, 2. контрольной, 3. управляющей. Это элементарная кибернетическая структура.^{35,36,37} *Языковое сообщение, как некоторое множество семантических информации, является интегральной частью системы языковой коммуникации и только в этой системе можно его правильно анализировать. Языковая коммуникация вытекает из потребностей отправителя и получателя информации. Её целью является изменять состояния субъективной энтропии партнеров канала связи*³⁸.

(Продолжим.)

JANUSZ BAŃCZEROWSKI, WIKTOR KOŁWZAN

³⁵ L. ZABROCKI, Op. cit.

³⁶ L. ZABROCKI, *Kodematische Grundlagen der Theorie des Fremdsprachenunterrichts*. „Glottodidactica”, Poznań, 1966, Nr. 1, стр. 3—42.

³⁷ L. KACZMAREK, Op. cit.

³⁸ См. очень интересные статьи: KÁROLY SÁNDOR, *Nyelvészet és kommunikáció. A MRT Tömegkommunikációs Kutató- központjának kiadása*, Budapest, 1969 II, стр. 79—93. SZÉPE GYÖRGY, *A nyelvészeti diszciplínák és a kommunikációkutatás. A MRT Tömegkommunikációs Kutatóközpontjának kiadása*, Budapest, 1969, II, стр. 127—159